

Retardanti protiv požara raslinja

Retardants against fire among plants

Damir Knežević, dipl. inž.

SAŽETAK

Požari raslinja u priobalju svake godine u požarnoj sezoni predstavljaju novi izazov za vatrogasce. Za gašenje ovih požara koriste se razne tehnike i sredstva, uključujući gašenje s kopna i iz zraka. Cilj je pronaći optimalnu kombinaciju tehnike i sredstava, kako bi se sa što manje resursa i posljedične štete ovi požari ugasili, ako se već ne mogu spriječiti. Sredstva za gašenje završe u tlu i vodotocima, pa se pri tome uvijek treba voditi računa o zaštiti okoliša, tj. o izboru sredstva koje je manje štetno za izbacivanje u okoliš. Vatrogascima su na raspolaganju voda, vatrogasna pjena i retardanti. U ovom članku govori se o retardantima, opisuje se njihovo djelovanje i primjena, a sve u cilju njihove bolje i djelotvornije uporabe. Primjena retardanta u našoj zemlji nije zaživjela u mjeri u koja retardantima i pripada, posebno zadnjih godina. Retardanti su djelotvorna sredstva koja otežavaju i onemogućuju gorenje vegetacije i služe kao prepreka širenju požara. Njihovim djelovanjem požar se može znatno lakše lokalizirati, što može biti presudno za vatrogasce u ključnim trenucima borbe s vatrenom stihijom.

Ključne riječi: retardanti, požar, raslinje, priobalje

Summary

Each year in the fire season, fires involving vegetation in the coastal area represent a new challenge for firefighters. Various techniques and methods, including extinguishing fires by land and air, are used to put out these fires. The goal is to find an optimal combination of techniques and assets to minimize the resources utilized and the resulting damage if these fires cannot be prevented. The extinguishing agents end up in the ground and in the water, so it is always necessary to protect the environment by choosing methods that are less detrimental to the environment. Water, firefighting foams, and retardants are available to firefighters. This paper discusses retardants, describing their actions and applications, with the aim of better and more effective use. The use of

retardants in Croatia is less than it should be, especially in recent years. Retardants are an effective means to hinder and prevent vegetation burning and serve as a barrier to fire spreading. With their use, a fire can be much easier to localize, which can be crucial for firefighters in key moments when fighting a blaze.

Keywords: retardants, fire, vegetation, coastal area

UVOD

Introduction

Gotovo svake godine tisuće hektara pod vegetacijom u priobalju izgori u požaru. Tijekom 2017. godine opožarena površina procijenjena je na oko 100.000 ha. Štete za okoliš su velike, posebno materijalna šteta za vlasnike usjeva, maslinika i vinograda. Vatrogascima su ovi požari sve veći izazov, izazvani klimatskim promjenama, globalnim zatopljenjem i sve manjim udjelom obrađenih površina. U borbi protiv ovih požara angažiraju se značajne vatrogasne snage iz cijele zemlje. Traže se nove tehnologije i taktike kako bi se šteta od ovih požara svela na što manju mjeru.

Već od 1930. godine istraživači ulažu napore kako bi povećali djelotvornost vode za potrebe gašenja požara raslinja (Gimenez et al., 2004). Od tada su se u vodu počele dodavati različite kemikalije kako bi voda bolje prodirala u vegetaciju ili na koji drugi način povećala svoju djelotvornost. Koristila su se sredstva za smanjenje površinske napetosti vode, dodaci za geliranje kako bi se voda zadržala na vegetaciji itd. U razmatranjima tehnika i sredstava za gašenje posebno mjesto pripada dugotrajnim retardantima, odnosno retardantima koji zadržavaju svoje djelovanje sve dok ih kiša ne ispere s vegetacije.

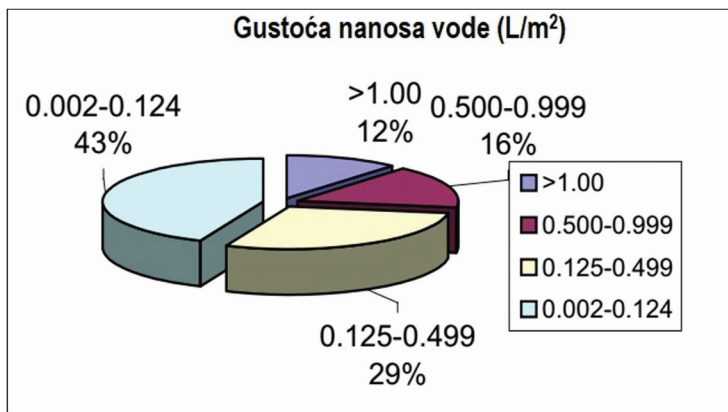
Kao sredstva za gašenje požara raslinja retardanti se najčešće koriste iz zraka tako da se izbacuju iz zrakoplova ili helikoptera na taktički odabranu obrambenu crtu ispred požara raslinja (slika 1.). Iako se retardanti ponekad izbacuju i s kopna, prednost zračne primjene je u tome što se iz zrakoplova može lakše nanijeti kompaktni sloj ovog sredstva, mnogo lakše nego s kopna. Problem kopnene primjene vezan je također uz prijevoz ovog sredstva na nepristupačne položaje na terenu. Udio kopnene primjene retardanta iznosi manje od 1% u odnosu na potrošnju iz zraka. Ipak, kopnena primjena ima prednost jer se može bolje kontrolirati pokrivanje raslinja. U uvjetima visokih ljetnih temperatura zraka, retardant će se osušiti i zaštititi vegetaciju na kojoj se nalazi od gorenja. Djelovat će tako sve dok ga kiša ne ispere s vegetacije ili ne otpadne uslijed savijanja. To je pozitivno svojstvo retardanta koje čini

prepreku širenju požara. S druge strane, primjena retardanta nije posve jednostavna, složenija je od primjene vode i pjene iz zraka. Retardante mogu puniti samo neki protupožarni zrakoplovi, a punjenje se odvija na zračnim lukama s pripremljenom otopinom i instalacijom za punjenje. Cijena retardanta je relativno visoka u odnosu na pjenila i vodu. No iskorištenje vode pri izbacivanju iz zraka je vrlo malo, smatra se oko 5-15% (Gimenez et al., 2004). Najveći dio vode ne dođe u dodir s gorivom tvari zbog isparavanja, raspršivanja ili otjecanja. Raspodjela vode pri izbacivanju iz zraka prikazana je na slici 2.



Slika 1: Izbacivanje retardanta ispred požara

Figure 1. Release of a retardant in front of a fire



Slika 2: Tipična raspodjela vode pri izbacivanju iz zraka

Figure 2. Typical distribution of water when applied from the air

Učinak retardanta znatno je uvjetovan tehnikama izbacivanja, odnosno nanosom sredstva na vegetaciju. Nekvalitetni nanos neće zaustaviti prolaz požara kroz obrambenu crtu što će cijelu operaciju primjene retardanta dovesti u pitanje. Izbacivanje retardanta povezano je s opasnostima za zemaljske snage zbog ozljeda pri padu ovog sredstva, o čemu također treba voditi računa.

RETARDANTI - *Retardants*

Dugotrajni retardanti sadrže 85% vode, 10% anorganskih soli koje su sastavnice umjetnih gnojiva (amonijev sulfat, amonijev fosfat i diamonijev fosfat) i 5% drugih dodataka, kao što su bojila (crveni željezov oksid ili bojila koja se raspadaju pod djelovanjem sunca), ugušćivač (prirodna guma ili glina), inhibitori korozije, stabilizatori smjese, baktericidi i drugi dodaci. Na tržištu su zastupljeni retardanti u obliku praha ili tekući koncentraciji. Prahove treba otopiti u vodi prije uporabe, dok se tekući koncentraciji koriste bez dodatne pripreme. Amonijeve soli stvaraju otopinu koja se lijepi za vegetaciju. Inhibitori korozije štite spremnik zrakoplova u cilju opće sigurnosti leta. Retardanti usporavaju širenje požara na temelju nekoliko fizikalno kemijskih procesa: hlade i oblažu gorivu tvar ujedno oduzimajući požaru kisik i u konačnici usporavaju brzinu gorenja zahvaljujući anorganskim solima koje mijenjaju cjelokupan mehanizam gorenja nakon što voda ispari. Djelotvornost retardanta temelji se na kemijskoj sposobnosti redukcije gorenja. To se svojstvo primarno pripisuje djelovanju fosforovog pentoksida (P_2O_5) koji daje prednost fosfatnim retardantima u odnosu na sulfatne, posebno kada je u pitanju suzbijanje žarenja kod vegetacije. Bilježi se i bolja djelotvornost smjese amonijevih soli (fosfata i sulfata) u odnosu kada se koriste pojedinačno (Gimenez et al., 2004). Retardanti se u pravilu primjenjuju ispred požarne crte koja napreduje prema retardantu, ne na samu požarnu crtu odnosno plamen. Može se primijeniti na sve vrste raslinja, od trave do šume [6]. Cijena retardanta kreće se oko 35-40 kn po kilogramu, pa zrakoplov koji nosi 3.000 kg pri jednom izbacivanju utroši oko 105.000 - 120.000 kn samo za potrebe sredstva za gašenje.

ZRAČNA PRIMJENA RETARDANATA - *Retardant application by air*

Retardanti se najviše primjenjuju iz zraka izbacivanjem iz zrakoplova (slika 3.), a manje iz helikoptera. Helikopteri mogu imati ugrađeni spremnik, a mogu nositi ovisne spremnike koji se pune retardantnom smjesom.



Slika 3: Izbacivanje retardanta iz zrakoplova

Figure 3. Applying a retardant from an aircraft

Retardant je obojen crveno, kako bi pilot vidio rezultat prethodnih izbačaja i formirao cjelovitu obrambenu crtu. Pojedina bojila se pod djelovanjem sunčevog zračenja raspadaju, tako da se nakon 15-ak dana više ne vide. Koriste se na posebno osjetljivim područjima kada obojenje vegetacije nije prihvatljivo zbog turističkih i sličnih razloga.

Primjena retardanta iz zraka i posljedično raspršenje sredstva po raslinju ovisi o mnogim čimbenicima. Kakav će biti uzorak raspršenog retardanta (duljina i širina nanosa, pokrivanje) ovisi o vrsti retardanta, njegovim reološkim svojstvima, vrsti zrakoplova, brzini leta i visini s koje se izbacuje sredstvo. Glavni parametri koji utječu na izgled uzorka su visina izbacivanja, brzina leta tijekom izbacivanja sredstva, smjer i brzina vjetra, geometrija spremnika zrakoplova i fizikalna svojstva dodataka u sredstvu. Na konačni učinak sredstva utječe i visina vegetacije, širina i gustoća nanosa. Retardantna smjesa se po izbacivanju iz zrakoplova raspršuje u kapljice zbog međudjelovanja sa zrakom i utjecajem gravitacije. Veličina kapljica ovi-

si o reološkim svojstvima retardantne smjese. Vanjske sile imaju veći utjecaj na manje kapljice, što dovodi do većeg raspršenja sredstva na tlu. Kada se u smjesama kao ugušćivač koristi glina, veličina čestica kreće se oko 2-3 mm, dok se kod korištenja gume kao ugušćivača koja je elastična, veličina kapljica kreće oko 3,5-5 mm, ovisno o sadržaju gume. Neka istraživanja (Gimenez et al., 2004) dovela su do korelacije iz koje se može izračunati sigurna visina izbacivanja retardantne smjese iz zrakoplova:

$$S = 46,025 + 0,9018L + 1,6265P \quad (1)$$

gdje je: S – sigurna visina izbacivanja (m); L – kapacitet zrakoplova (m^3) i P – vršni protok smjese pri izbacivanju (m^3s^{-1}). Sigurna visina izbacivanja može odstupati ovisno o vrsti letjelice i mogućnostima upravljanja protokom smjese koja se izbacuje.

UTJECAJ RETARDANATA NA OKOLIŠ – *The effect of retardants on the environment*

Smatra se da retardanti imaju minimalan utjecaj na zdravlje ljudi s kojima dolaze u dodir (Pekić, 2007). Zamijećene su samo nezgode vezane uz nadraživanje kože i očiju kao posljedica duljeg izlaganja ovim sredstvima. Kada je u pitanju utjecaj retardanta na tlo, uočava se povećanje biomase, ponajprije trave, dok je utjecaj na drvene sastojine neuočljiv. Po nekim istraživanjima, 12 mjeseci nakon primjene retardanta primjećuje se pad pH i višestruko povećanje fosfora u tlu. Povećanje sadržaja dušika, ugljika i sumpora zamijećeno je odmah nakon primjene, ali se to povećanje izgubilo tijekom nekoliko sljedećih mjeseci.

Po pitanju kakvoće zraka, retardanti ne pokazuju utjecaj jer se ne zadržavaju u zraku. Smatra se da retardanti povećavaju količinu dima zbog svog utjecaja na gorenje, ali je to povećanje zanemarivo u odnosu na pozitivne učinke koji se postižu gašenjem požara.

Utjecaj retardanta na vodni ekosustav je ozbiljniji u odnosu na druge sastavnice okoliša, posebno kada je u pitanju kakvoća vode. Retardanti dovode do eutrofikacije vode i mogu izazvati pomor riba ako se ispuste izravno u vodotok (jezero ili rijeku). Amonijevi spojevi otapanjem u vodi oslobađaju amonijak koji nanosi štetu vodenim organizmima, što ovisi o većem broju čimbenika: mogućnosti da

se vođeni organizmi izmjesti iz kontaminiranog područja, vremenu izloženosti otrovu, kvaliteti vode, količini i koncentraciji retardanta koji je dospio u vodotoku, vrsti i veličini vodotoka. Otrovnost i postojanost sastavnica retardanta u vodi ovisi o kemijskim reakcijama u vodi, protoku i turbulenciji vode. Tijekom prvih 24 sata od primjene retardanta, nitrati i topljivi organski dušik su primarni kemijski spojevi koji se pronalaze u vodi. Za ove se spojeve smatra da imaju malu otrovnost te su prirodne sastavnice u vodama. Pored amonijaka po otrovnosti se ističu inhibitori korozije, posebno natrijev ferocijanid koji je prisutan u nekim retardantima. Pod utjecajem UV-zračenja na dnevnom svjetlu, dolazi do otpuštanja cijanida u vodu.

Općenito se može reći da su izravni i neizravni štetni učinci retardanta na vodene organizme i njihova staništa mogući, ali je mjerljivi učinak dosta spekulativan. Stoga se savjetuje izbjegavanje zračne primjene retardanta u blizini vodotoka, a posebno tijekom perioda koji su dulji od 24 sata. Kemikalije u retardantu razlažu se na manje štetne spojeve tijekom 24 sata, što je povoljno kada je u pitanju bioakumulacija otrova. U cilju smanjenja posljedica koje retardanti mogu imati po okoliš, daju se preporuke o primjeni kojima je osnova izbjeći izbacivanje retardanta iz zrakoplova na lokacijama bliže od 90 m od vodotoka [5]. Ako dođe do izbacivanja retardanta u blizini vode (bliže od 90 m) treba procijeniti moguće posljedice na ugrožene vrste i njihova staništa te izvijestiti nadležno državno tijelo za zaštitu okoliša.

ZAKLJUČAK

Conclusion

U gašenju požara raslinja na Mediteranu, pa tako i u našoj zemlji, pored vode i vatrogasne pjene, nezaobilazna je primjena retardanta, posebno imajući u vidu da posjedujemo letjelice kojima se retardanti mogu izbacivati na vegetaciju. Vrsta vegetacije, karakteristike terena i klimatski uvjeti opravdavaju uporabu retardanta, unatoč povećanim troškovima zbog nabave ovih sredstava. U konačnici, gašenje požara raslinja u ranoj fazi dovest će do znatne uštede sredstava, vodimo li računa o posljedičnim štetama koje veliki požari ostavljaju iza sebe. Primjena retardanta treba biti dobro isplanirana, na način da pomogne kopnenim vatrogasnim snagama u konačnoj borbi s požarom. Zračne snage trebaju ispitati mogućnosti svojih letjelica, taktičke situacije kada se odobrava primjena retardanta te parametre vezane uz odabir retardanta, brzinu letjelice pri izbacivanju i visinu s koje se izbacuje sadržaj. Nanos retardanta mora biti takav da zadrži i lokalizira požar, kako bi

kopnene vatrogasne snage dobile na vremenu u gašenju požara. Za bolju taktičku primjenu potrebno je izgraditi instalacije za punjenje zrakoplova retardantima na više zračnih luka.

Retardanti su kao i pjenila kemikalije i pokazuju relativno malen štetni utjecaj na okoliš. Kod izbacivanja retardanta treba se izbjegavati izbacivanje bliže od 90 m od vodotoka. Veća količina retardanta u vodi ugrozit će ribe i druge vrste u vodi. Ako kojim slučajem veća količina retardanta ili pjenila završi u vodi, treba izvijestiti nadležnu službu za zaštitu okoliša kako bi se provele mjere smanjenja štete.

LITERATURA

Bibliography

1. Giménez A. et al. (2004): *Long-term forest fire retardants: a review of quality, effectiveness, application and environmental considerations*; *International Journal of Wildland Fire*
2. Pekić, Z. (2007): *High rate spray technique – a new way for effective aerial wildfire suppression*, 4th International Wildland Fire Conference
3. *Wildland Fire Chemical Products Toxicity and Environmental Concerns General Information* <https://www.fs.fed.us/rm/fire/wfcs/documents/envinfo.pdf>
4. Kalabokidis, KD (2000): *Effects of Wildfire Suppression Chemicals on People and the Environment – A review: Global Nest: the Int. J. Vol 2, No 2, pp 129-137*
5. *Guidelines for Aerial Delivery of Retardant or Foam near Waterways* https://www.fs.fed.us/fire/retardant/references/US_Forest_Service_et_al_2000_Guidelines_for_Aerial_Delivery.pdf
6. *Aerial Application of Fire Retardant, Environmental Assessment*, United States Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC, 2007.